

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS





IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**




METHOD OF WELDING METALS OF DIFFERENT KIND BY LASER.

Patent number: EP0491959
Publication date: 1992-07-01
Inventor: OGINO AKIHIKO (JP); SAKOU SHUUI (JP); SHIBATA SHINZI (JP); MIYASE YOSHIYUKI (JP)
Applicant: NIPPON DENSO CO (JP)
Classification:
 - international: B23K26/00
 - european: B23K26/32
Application number: EP19910911733 19910708
Priority number(s): WO1991JP00913 19910708; JP19910088793 19910419; JP19900184686 19900712

Also published as:

 WO9200828 (A1)
 US5343014 (A1)
 EP0491959 (A4)
 EP0491959 (B1)

Cited documents:

 EP0283003
 JP58065592
 JP2019421

Abstract of EP0491959

A method, wherein at least two metal members different in laser reflection factor are superimposed on each other and laser is applied in the direction of the superimposition to thereby weld the said two metal members to each other, comprises a process of superimposing the first metal member on the second metal member. Here, the first member has a first laser reflection factor and the second metal member has a second laser reflection factor lower than the first laser reflection factor, and these first and second metal members are superimposed on each other through a metal layer. This metal layer is less easily melted by the laser than the second metal member. The method further comprises a process of applying the laser from the side of the first metal member. According to the above-described method, the laser having an output capable of melting the first metal member is applied from the side of the first metal member with a larger laser reflection factor and this output of the laser is more than capable of melting the second metal member, however, the metal layer acts so as to control the input of the laser into the second metal member, whereby the laser is not rapidly inputted to the second metal member, so that explosion of the second metal member can be prevented, thus providing satisfactory welded state.



BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

⑧ EP 0 491 959 B1

⑩ DE 691 22 485 T 2

⑤ Int. Cl.⁶:
B 23 K 26/00
B 23 K 26/18

②1	Deutsches Aktenzeichen:	691 22 485.4
⑧6	PCT-Aktenzeichen:	PCT/JP91/00913
⑧6	Europäisches Aktenzeichen:	91 911 733.3
⑧7	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 92/00828
⑧6	PCT-Anmeldetag:	8. 7. 91
⑧7	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	23. 1. 92
⑧7	Erstveröffentlichung durch das EPA:	1. 7. 92
⑧7	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	2. 10. 96
④7	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	27. 2. 97

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
12.07.90 JP 184686/90 19.04.91 JP 88793/91

⑦3 Patentinhaber:
Nippondenso Co., Ltd., Kariya, Aichi, JP

⑦4 Vertreter:
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

⑧4 Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT

⑦2 Erfinder:
OGINO, Akihiko, Kariya-city, Aichi-Pref 448, JP;
MIYASE, Yoshiyuki, Kariya-city, Aichi-Pref 448, JP;
SAKOU, Shuuzi, Kariya-city, Aichi-Pref 448, JP;
SHIBATA, Shinzi, Kariya-city, Aichi-Pref 448, JP

⑤4 VERFAHREN ZUM SCHWEISSEN VON METALLEN AUS VERSCHIEDENEN SORTEN MITTELS LASERS

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 691 22 485 T 2

DE 691 22 485 T 2

1 Deutschsprachige Übersetzung der
Europäischen Patentschrift Nr. 0 491 959
Europäischen Patentanmeldung Nr. 91 911 733.3

5 Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum
Schweißen von Metallteilen unterschiedlicher Art in einer sol-
chen Weise, daß unterschiedliche Arten von Metallteilen auf-
einandergelegt und Laser von der Seite des einen der Metall-
teile zum Einstrahlen gebracht werden.

10

In jüngerer Zeit ist eine Laserstrahlbearbeitung auch auf das
Gebiet des Schweißens angewendet worden. Da eine Laserstrahl-
bearbeitung durch eine Wärmequelle von extrem hoher Energie-
dichte ausgeführt wird, ist der thermische Effekt in den Teil-
15 len außer einem von Lasern bestrahlten Teil klein, so daß win-
zige Stücke oder Teile, für die eine hohe Genauigkeit gefor-
dert wird, unter der Bedingung einer niedrigen Beanspruchung
geschweißt werden können. Ferner unterliegen Laser keiner Dämp-
fung in der Atmosphäre und erzeugen keine Röntgenstrahlen.

20 Deshalb kann ein Laserschweißen in der Atmosphäre ausgeführt
werden, und es besteht keine Beschränkung bezüglich der Gestalt
und Größe der zu schweißenden Teile.

25 Wenn jedoch, wie in den Fig. 7(a) - 7(d) gezeigt ist, ein Kup-
ferteil 1 auf ein Eisenteil 3 gesetzt und das Kupferteil 1 mit
Lasern 5 bestrahlt wurde, um das Kupferteil 1 und das Eisen-
teil 3 zu schweißen, schmolz das Kupferteil 1 zuerst, wie in
Fig. 7(a) gezeigt ist, und ein Schmelzen des Kupferteils 1
schritt fort, wie in Fig. 7(b) dargestellt ist. Wenn die
30 Schmelzzone des Kupferteils 1 das Eisenteil 3 erreicht hatte,
wurde ein Stück des mit Lasern 5 bestrahlten Eisenteils zer-
streut. Demzufolge wurde in den Teilen ein Loch gebildet, wie
in Fig. 7(c) gezeigt ist. In den Zeichnungen bezeichnet die
Zahl 6 eine Metallschicht, die durch Laser geschmolzen wurde,
35 und bezeichnet die Zahl 61 ein Metallpartikel, das verstreut
wurde.

1 Um das Eisenteil 3 an einer Streuausbreitung zu hindern, wurde die Lasereingangsleistung (die nachfolgend als Laserbestrahlungsleistung bezeichnet wird) vermindert. Dann ergab sich ein Problem, wonach das Kupferteil 1 nicht ausreichend schmolz,
5 so daß das Schweißen nicht durchgeführt werden konnte.

Die Erfinder untersuchten gewissenhaft die Ursache des vorerwähnten Problems. Als Ergebnis fanden sie, daß die Ursache der Laserreflexionsgrad eines jeden zu schweißenden Metallteils
10 war.

Die JP-B-60-40958 (D1) offenbart eine Anordnung, wobei eine Titanplatte auf eine rostfreie Stahlplatte gelegt und ferner ein Kupfer- oder ein Kupfer-Legierungsüberzug an der Fläche
15 der Titanplatte vorgesehen wurde. Dann wird ein Elektronenstrahl oder ein Laserstrahl von der Seite des Kupfer- oder Kupfer-Legierungsüberzugs zum Einstrahlen gebracht, um die drei unterschiedlichen Platten zu schweißen. Die Oberbegriffe der Patentansprüche 1 und 3 beruhen auf einer Anordnung zum
20 Schweißen von Metallen unterschiedlicher Arten, wie es in der Schrift JP-B-60-40958 (D1) beschrieben ist.

Es ist ein primäres Ziel dieser Erfindung, perfekt unterschiedliche Arten von Metallen zu schweißen, indem dem Laserreflexionsgrad Aufmerksamkeit zugewendet wird.
25

Dieses Ziel wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 3 erreicht.

30 Deshalb bietet die vorliegende Erfindung ausgezeichnete Wirkungen, indem das erste und das zweite Metallteil mit Sicherheit ohne eine Schädigung an den Metallteilen hervorzurufen, geschweißt werden können.

1 Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine Perspektivdarstellung, die die Einzelheiten zeigt, wonach das erste und das zweite Metallteil aufeinandergelegt werden;

5 Fig. 2 ist eine teilweise geschnittene Perspektivdarstellung, die einen verbundenen Zustand zeigt, wenn ein Laserschweißen ausgeführt worden ist;

Fig. 3 ist eine Schnittdarstellung, die Schweißvorgänge für jedes mit Lasern bestrahltes Teil zeigt;

10 Fig. 4 ist eine Schnittdarstellung, die ein anderes Beispiel zeigt;

Fig. 5 ist ein Kennliniendiagramm, um die Wirkung zu erläutern;

Fig. 6 ist eine Schnittdarstellung, die ein weiteres Beispiel zeigt;

15 Fig. 7 ist eine Schnittdarstellung, die einen herkömmlichen Schweißprozeß veranschaulicht;

Fig. 8 ist ein Kennliniendiagramm, das die Laserreflexionskennwerte von verschiedenen Metallen zeigt;

20 Fig. 9 ist ein Kennliniendiagramm, das einen guten Zustand zwischen der Dicke einer an der ersten Metallschicht ausgebildeten Ablagerung und der Spitzenausgangsleistung von Lasern zeigt;

25 Fig. 10 ist ein Kennliniendiagramm, das die in Fig. 9 gezeigte Charakteristik sowie die Charakteristik, wonach der Ort des Brennpunkts von Lasern verändert wird, einschließt;

Fig. 11 ist ein Kennliniendiagramm, das gute Zustände der Spitzenausgangsleistung von Lasern, des Orts des Brennpunkts von Lasern und der Dicke einer am ersten Metallteil ausgebildeten Platttterschicht zeigt;

30 Fig. 12 ist eine Aufstellung, die Laserreflexionsgrade und Laserabsorptionskoeffizienten von verschiedenen Metallen wie auch die Schmelzpunkte von verschiedenen Metallen bezüglich YAG-Lasern einer vorbestimmten Wellenlänge zeigt.

1 Bevorzugte Ausführungsbeispiele zur Durchführung der Erfindung

Unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen werden die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung, wie folgt, beschrieben.

5 Erstes Ausführungsbeispiel

Bei diesem Ausführungsbeispiel verwendete Laser sind YAG-Laser. Laserreflexionsgrade und Laserabsorptionsgrade sowie Schmelzpunkte verschiedener Metalle bezüglich von YAG-Lasern einer vorbestimmten Wellenlänge sind in Fig. 12 angegeben.

Die Fig. 1 ist eine Darstellung, die das erste und das zweite Metallteil zeigt, die aufeinandergesetzt sind. Das erste Metallteil 1 ist ein aus Kupfer gefertigter Leiter mit dem ersten Laserreflexionsgrad (86 %), und es schließt die erste Fläche 11 sowie die zweite Fläche 12 ein, die einander entgegengesetzt sind. Mit der Zahl 2 ist eine aus Zinn hergestellte Metallschicht bezeichnet, die einen Laserreflexionsgrad von 62 % hat, der niedriger als derjenige des Kupferleiters 1 ist. Diese Zinnschicht 2 ist auf der ersten Fläche 11 des Kupferleiters 1 mittels Plattierens oder Beschichtens ausgebildet, wobei ihre Dicke 1 - 10 µm beträgt.

Das zweite Metallteil 3 ist ein Anschlußteil, das aus Messing gefertigt ist und den zweiten Laserreflexionsgrad (70 %) hat, der niedriger ist als derjenige des Kupferleiters 1. Mit der Zahl 4 ist eine Metallschicht bezeichnet, die aus einer Legierung von Phosphor und Nickel hergestellt ist, wobei deren Reflexionsgrad 70 % gleich demjenigen des Anschlußteils 3 aus Messing beträgt. Diese Phosphor-Nickel-Schicht 4 ist auf einer Fläche 31 des aus Messing gefertigten Anschlußteils 3 durch Plattieren oder Beschichten ausgebildet, und die Dicke beträgt 1 - 10 µm. Wie oben beschrieben wurde, wird die Differenz zwischen dem Laserreflexionsgrad des Kupferleiters 1 und demjenigen der Zinnschicht 2 als groß bestimmt, und der Schmelzpunkt von 1000 °C der Phosphor-Nickel-Schicht 4 wird zwischen

1 dem Schmelzpunkt von 1083 °C des Kupferleiters 1 und demjeni-
gen (920 °C) des aus Messing hergestellten Anschlußteils 3
festgesetzt.

5 Als der erste Verfahrensschritt wird die zweite Fläche 12
des Kupferleiters 1, dessen erste Fläche 11 mit der Zinn-
schicht 2 versehen ist, auf die Fläche 31 des Messing-Anschluß-
teils 3, das mit der Phosphor-Nickel-Schicht 4 versehen ist,
gelegt. Als der zweite Verfahrensschritt werden dann Laser von
10 der Fläche der Zinnschicht 2 her (von der Seite des Kupferlei-
ters 1 aus) zum Einstrahlen gebracht. Die Laserstrahlen 5
werden hier von einer (in der Zeichnung nicht dargestellten)
Lasereinheit ausgesandt, wie allgemein bekannt ist, und sie
treten durch einen Umlenkspiegel sowie eine Kondensorlinse
15 (die nicht dargestellt sind) und in die auf dem Kupferleiter 1
ausgebildete Zinnschicht 2 ein.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 3(a) - 3(c) wird nun der Verlauf
des Laserschweißens bei dem vorerwähnten ersten Ausführungs-
20 beispiel einschließlich des Schweißzustandes eines jeden Me-
talls erläutert.

Der Laserreflexionsgrad der Zinnschicht 2 ist niedriger als der-
jenige des Kupferleiters 1, so daß in diesem Fall der Leiter
25 1 aus Kupfer zusammen mit der Zinnschicht 2 durch eine niedri-
gere Lasereingangsleistung als im Vergleich mit einem Fall,
in dem lediglich der Leiter 1 aus Kupfer geschmolzen wird,
geschmolzen werden kann. Deshalb wird die Schicht 2 mit die-
ser niedrigen Lasereingangsleistung bestrahlt. Wenn die Zinn-
30 schicht 2 mit Lasern bestrahlt wird, so schmilzt sie und bil-
det das geschmolzene Zinn eine Legierung mit dem Kupfer des
Leiters 1, wobei zur gleichen Zeit die Temperatur des Kupfer-
leiters 1 durch die Wirkung der Laser erhöht wird. Aufgrund
des synergetischen Effekts der Ausbildung einer Legierung
35 durch das in den Leiter 1 schmelzende Zinn und den Tempera-
turanstieg werden Laserstrahlen wirksam durch den Leiter 1
aus Kupfer absorbiert. Deshalb beginnt die Fläche des Kupfer-

1 leiter 1 zu schmelzen. Mit fortschreitendem Schmelzen, wie
in Fig. 3(a) gezeigt ist, und Temperaturanstieg wird der Re-
flexionsgrad des Leiters 1 aus Kupfer vermindert, so daß das
Schmelzen weiter fortschreitet.

5 Wenn dieses Schmelzen bis zur Phosphor-Nickel-Schicht 4 fort-
schreitet, werden die resultierenden Details des Laserrefle-
xionsgrades der Phosphor-Nickel-Schicht 4 annähernd dieselben
wie diejenigen des Anschlußteils 3 aus Messing; und der
10 Schmelzpunkt der Phosphor-Nickel-Schicht 4, der höher als
derjenige des Anschlußteils 3 aus Messing ist, wirkt synergi-
stisch, um die Phosphor-Nickel-Schicht 4 zu schmelzen, indem
durch die Laser erzeugte Wärme verbraucht wird, so daß das An-
schlußteil 3 aus Messing gehindert wird, abrupt geschmolzen zu
15 werden. Demzufolge wird der Laserbestrahlungseffekt am An-
schlußteil 3 aus Messing vermindert und kann eine Streuaus-
breitung des Anschlußteils 3 aus Messing verhindert werden.
Dadurch kann ein ausgezeichnete Verbindungszustand, wie in
Fig. 3(c) gezeigt ist, erhalten werden.

20 Im vorgenannten Fall sind der Laserreflexionsgrad der Phosphor-
Nickel-Schicht 4 und derjenige des Anschlußteils 3 aus Messing
annähernd derselbe. Jedoch wird ein ausgezeichnete Verbindungs-
zustand erlangt, weil der Schmelzpunkt der Phosphor-Nickel-
25 Schicht 4 höher als derjenige des Anschlußteils 3 aus Mes-
sing ist.

Wenn als eine Variation ein Schweißen unter der Bedingung aus-
geführt wird, daß sowohl der Kupferleiter 1 als auch das An-
30 schlußteil 3 aus Messing mit einer Phosphor-Nickel-Schicht
abgedeckt sind, kann eine ausreichende Verbindungsfestigkeit
nicht erlangt werden, weil das Schweißvermögen von Phosphor-
Nickel nicht gut ist. Falls ein Schweißen unter der Bedingung
ausgeführt wird, daß sowohl der Kupferleiter 1 als auch das
35 Messinganschlußteil 3 mit einer Zinnschicht bedeckt sind,
wird die Lasereingangsleistung zum Anschlußteil 3 aus Messing
abrupt, so daß das abrupte Schmelzen des Anschlußteils 3 aus

- 1 Messing Gas und eine Expansion erzeugt, die in einem Umher-
streuen des geschmolzenen Metalls resultiert. Wegen der oben
genannten Gründe kann eine ausgezeichnete Verbindung erhalten
werden, wenn eine Kombination mit dem vorerwähnten ersten
5 Ausführungsbeispiel vorgenommen wird.

Zweites Ausführungsbeispiel

- Derselbe Effekt wie derjenige des ersten Ausführungsbeispiels
kann durch das zweite Ausführungsbeispiel hervorgerufen wer-
den, wobei: das zweite Metallteil aus einem Anschlußteil 3
aus Eisen (dessen Schmelzpunkt 1539 °C ist) gebildet ist, das
einen Laserreflexionsgrad von 65 % hat, und wobei eine Nik-
kelschicht 4 (deren Schmelzpunkt 1453 °C ist), die einen Laser-
reflexionsgrad von 70 % hat, welcher zwischen dem Laserrefle-
xionsgrad des Kupferleiters 1 sowie demjenigen des Eisenan-
schlußteils 3 liegt, für die an einer Fläche 31 des Anschluß-
teils aus Eisen auszubildende Metallschicht vorgesehen ist.
In diesem Fall wird der absolute Wert der Differenz zwischen
dem Laserreflexionsgrad des Kupferleiters 1 und demjenigen
der Schicht 2 aus Zinn größer festgesetzt als der absolute
Wert der Differenz zwischen dem Laserreflexionsgrad des An-
schlußteils 3 aus Eisen und demjenigen der Schicht 4 aus
Nickel.
- 25 Gemäß der Konstruktion des zweiten Ausführungsbeispiels schrei-
tet ein Schmelzen des Leiters 1 aus Kupfer in derselben Weise
wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel fort, wenn die Schicht
2 aus Zinn mit Lasern bestrahlt wird.
- 30 Wenn sich das Schmelzen bis zur Schicht 4 aus Nickel fortsetzt,
werden die Laser allmählich durch die Nickelschicht 4 absor-
biert, weil der Reflexionsgrad der Schicht 4 aus Nickel höher
ist als derjenige des Anschlußteils 3 aus Eisen, so daß das
Fortschreiten des Schmelzens gehindert wird. Deshalb wird
35 ein abruptes Einstrahlen mit Lasern auf das Anschlußteil 3
aus Eisen unterbunden. Folglich kann eine Streuenausbreitung
des Eisenanschlußteils 3 verhindert werden, und es kann eine

- 1 ausgezeichnete Verbindung, wie in Fig. 3(c) dargestellt ist,
erlangt werden.

5 Nach dem Obigen wird die Beziehung zwischen dem zweiten Metall-
teil und der Metallschicht, die wirkt, um ein Einstrahlen von
Lasern auf das zweite Metallteil zu verhindern, folgendermaßen
beschrieben: Wenn bei dem ersten Ausführungsbeispiel der La-
serreflexionsgrad des zweiten Metallteils und derjenige der Me-
tallschicht annähernd gleich waren und wenn der Schmelzpunkt
10 der Metallschicht höher als derjenige des Metallteils war,
konnte ein ausgezeichneter Verbindungszustand erhalten werden.
Wenn andererseits bei dem zweiten Ausführungsbeispiel der
Schmelzpunkt der Schicht 4 aus Nickel niedriger als derjenige
des Anschlußteils 3, das das zweite Metallteil bildete, war
15 und wenn der Laserreflexionsgrad der Nickelschicht 4 höher
war als derjenige des Eisenanschlußteils, konnte ein ausge-
zeichneter Verbindungszustand erreicht werden. Deshalb ist es
notwendig, sowohl den Reflexionsgrad als auch den Schmelzpunkt
der Metallschicht sowie des zweiten Metallteils in Betracht
20 zu ziehen.

Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel wirkt die Nickelschicht
4 als eine thermische Pufferschicht und stoppt immer das Fort-
schreiten eines Eindringens in einer der Grenze zwischen dem
25 Leiter 1 und dem Anschlußteil 3 nahen Position. Aufgrund die-
ser Wirkung kann eine Spurenmaterialmenge des Anschlußteils 3
als konstant im Material des Leiters 1 enthalten gemacht wer-
den. Demzufolge kann das Auftreten von Rissen, die in einem ge-
schweißten Abschnitt durch eine übermäßige Eindringtiefe her-
30 vorgerufen werden, beseitigt werden.

Ferner war, wie in Fig. 5 gezeigt ist, ein Laserausgangslei-
stungsbereich, der immer das Fortschreiten einer Schmelzein-
dringung an der vorerwähnten Grenze stoppt, herkömmlicherweise
35 nicht vorhanden. Jedoch kann zufolge der Wirkung der Erfin-
dung eine an der Grenze ausgeführte Eindringung immer in
einem Laserausgangsleistungsbereich (Po in Fig. 5) gestoppt

- 1 werden, was vollkommen in die praktische Anwendung umgesetzt werden kann und ermöglicht, das Auftreten von Rissen zu verhindern.
- 5 Dieses zweite Ausführungsbeispiel ist insbesondere in einem Fall effektiv, wobei der Laserreflexionsgrad des Leiters 1 nicht geringer als das Doppelte desjenigen des Anschlußteils 3 ist, und in einem Fall, wobei ein Metall, wie unlegierter Stahl, und eine Eisen-Nickel-Legierung (beispielsweise eine
- 10 Legierung von 42 % Nickel-52 % Eisen), die dazu neigt, Risse hervorzurufen, wenn sie geschmolzen und mit dem Kupfer des Leiters 1 gemischt wird, für das Material des Anschlußteils 3 verwendet wird. Wenn die Metalle der vorerwähnten Kombination geschmolzen und im Schweißprozeß gemischt werden, wird eine
- 15 intermetallische Verbindung erzeugt und eine teilweise Entmischung hervorgerufen, so daß Risse dazu neigen, in der Schweißzone aufzutreten. Um das vorerwähnte Problem zu lösen, ist es von Bedeutung, das Verhältnis der Metallkomponentenmenge des einen der Schweißmetalle, das im anderen Metall enthalten ist, in einem stabilen Bereich aufrechtzuerhalten. Jedoch
- 20 ist es schwierig, die (in Fig. 5 gezeigte) Eindringtiefe 1 konstantzuhalten. Im Fall des zweiten Ausführungsbeispiels kann die vorerwähnte Schwierigkeit vermieden werden.
- 25 Unter Bezugnahme auf die Fig. 9 - 11 werden nachfolgend geeignete Bedingungen für die Laserausgangsleistung, den Brennpunktort von Lasern und die Dicke der am ersten Metallteil ausgebildeten Metallschicht erläutert.
- 30 Die Fig. 9 ist ein Kennliniendiagramm, das eine geeignete Beziehung zwischen der Dicke einer Zinnablagerung und der Laserausgangsleistung in dem Fall zeigt, da das erste Metallteil ein Kupferleiter und das zweite Metallteil ein Messinganschlußteil jeweils sind sowie der Leiter mit Zinn und das
- 35 Anschlußteil mit Phosphor-Nickel plattiert sind. Diese Kennlinien wurden folgendermaßen erhalten: Laser einer unterschiedlichen Ausgangsleistung wurden von der Seite des Kupfer-

1 leiter, an dem eine Zinnplattierung mit vorbestimmter Dicke
ausgebildet war, zum Einstrahlen gebracht, und die Laseraus-
gangsleistung in dem Fall, da ein guter Verbindungszustand
erhalten wurde, wurde experimentell ermittelt. Der vorgenann-
5 te Vorgang wurde in derselben Weise im Fall einer unterschied-
lichen Dicke einer Zinnplattierung ausgeführt.

Ein Bereich mit einer Lochbildung in der Zeichnung zeigt einen
Bereich eines Zustandes, in dem ein Loch im Leiter gebildet
10 wurde, sobald das Leitermetall verstreut wurde. Ein Bereich
mangelnder Festigkeit in der Zeichnung zeigt einen Bereich
eines Zustandes, in dem die Streuungsbreitung nicht hervorge-
rufen wurde, jedoch ein zufriedenstellender Verbindungszu-
stand aufgrund einer unzureichenden Laserausgangsleistung nicht
15 erhalten wurde. Der Brennpunktort der Laser wurde in einer
Position fixiert, die von der Bezugsfläche (0) der Zinnplat-
tierung in der Richtung des Kupferleiters 5 mm entfernt ange-
ordnet war. In diesem Fall war die Bestrahlungsfläche der La-
ser an der zinnplattierten Fläche ein Kreis mit einem Durch-
20 messer von 0,8 mm.

Die Fig. 10 ist ein Kennliniendiagramm, das in einem Experi-
ment erhalten wurde, das in derselben Weise, wie oben beschrie-
ben wurde, durchgeführt wurde, wobei der Brennpunktort der
25 Laser, der im Fall der Fig. 9 fixiert ist, geändert wurde.
In der Zeichnung zeigt eine ausgezogene Linie dieselbe Charak-
teristik wie diejenige der Fig. 9, und eine gestrichelte
Linie zeigt eine Charakteristik, bei welcher der Brennpunkt-
ort der Laser geändert wurde. Diese Zeichnung zeigt, daß
30 dann, wenn der Brennpunktort der Laser flach gemacht und die
Bestrahlungsfläche an der zinnplattierten Fläche vermindert
wird, der ein Loch bildende Bereich erweitert wird, während
im Gegensatz, wenn der Brennpunktort der Laser tief gemacht
wird, der Bereich unzureichender Festigkeit erweitert wird.

1 Die Fig. 11 ist ein Kennliniendiagramm, das unter Berücksich-
tigung der in den Fig. 9 und 10 gezeigten Charakteristika
angefertigt wurde und geeignete Bedingungen einer Laseraus-
gangsleistung, des Brennpunktorts der Laser und der Dicke der
5 am ersten Metallteil ausgebildeten Metallschicht zeigt, um
eine gute Schweißverbindung zu erlangen. Die geeigneten Be-
dingungen (die Einstellbereiche), die bei diesem Ausführungs-
beispiel erhalten wurden, waren folgende: der Laserausgangs-
leistungsbereich war 22,5 - 25,5 (J); der Bereich des Brenn-
10 punktorts war 4,7 - 5,3 (mm); der Dickenbereich des Zinns be-
trug 2,5 - 6,0 (μm).

Bezüglich der am Messinganschlußteil erzeugten Phosphor-Nik-
kel-Plattierung konnten dieselben Kennwerte wie in Fig. 9
15 ebenfalls erhalten werden, und ihr geeigneter Zustand (der
Dickenbereich der Phosphor-Nickel-Plattierung) betrug 1,5 -
5,0 (μm).

Wie vorstehend erläutert wurde, können gemäß dem Verfahren
20 für ein Laserschweißen von unterschiedlichen Arten von Me-
tallen dieser Erfindung die Metalle exzellent in einer solchen
Weise geschweißt werden, daß das erste Metallteil mit hohem
Laserreflexionsgrad mit Lasern einer annähernd konstanten Aus-
gangsleistung bestrahlt wird, so daß das zweite Metallteil
25 von niedrigem Laserreflexionsgrad nicht zum Zerstören ge-
bracht wird. Deshalb ist es nicht notwendig, die Laserein-
gangsleistung in Übereinstimmung mit dem Schmelzzustand des
Metalls zu kontrollieren, so daß die Konstruktion eines Os-
zillators und einer Spannvorrichtung vereinfacht werden kann.

30 Derselbe Effekt kann in dem in Fig. 4 gezeigten Fall erlangt
werden, wobei: die Metallschicht 2 an der ersten Fläche des
ersten Metallteils 1 vorgesehen ist; die Metallschicht 4 an
der zweiten Fläche 12 des ersten Metallteils 1 ausgebildet
35 ist; die zweite Fläche 12 des ersten Metallteils 1 oben auf
die Fläche 31 des zweiten Metallteils 3 gelegt wird; und die
erste Fläche 11 des ersten Metallteils mit Lasern bestrahlt

1 wird, d.h., die Metallschicht kann nur an einem Teil vorge-
sehen sein, das durch Laser geschmolzen wird.

Da es auch notwendig ist, eine Maskierung vorzusehen, um teil-
5 weise die Metallschicht 2 in einer speziellen Position am
ersten Metallteil 1 auszubilden, wie in Fig. 1 gezeigt ist,
und um auch teilweise die Metallschicht 4 in einer speziellen
Position am zweiten Metallteil 3 mittels Plattierens oder Be-
schichtens auszubilden, was schwierig ist, kann die Metall-
10 schicht 2 an allen Flächen des Metallteils 1 vorgesehen werden,
während die Metallschicht 4 an allen Flächen des Metallteils
3 erzeugt werden kann, wie in den Fig. 6(a) - 6(c) gezeigt
ist. Wenn alle Flächen des ersten sowie des zweiten Metall-
teils mit den Metallschichten abgedeckt sind, wird die am
15 ersten Metallteil ausgebildete Metallschicht der am zweiten
Metallteil ausgebildeten Metallschicht überlagert. Zufolge
der verschiedenen, im ersten Ausführungsbeispiel gezeigten
Metallschichten wird die Verbindungsfestigkeit durch das
Schweißvermögen zwischen diesen Metallschichten effektiv ge-
20 steigert.

In dem oben beschriebenen ersten und zweiten Ausführungsbei-
spiel wurden Fälle gezeigt, wobei die Metallschicht an zwei
Teilen vorgesehen ist. Die Metallschicht an der Fläche des
25 ersten Metallteils wurde zum Zweck einer Erhöhung der Laserab-
sorption durch Kupfer, wie weithin bekannt ist, vorgesehen.

Die Laserreflexionsgrade der bei dieser Ausführungsform gezeig-
ten Metallteile sind jene von YAG-Lasern (die Wellenlänge:
30 1,06 mm), und die beschriebenen Effekte waren solche, wenn
die vorerwähnten Metalle mittels YAG-Lasern geschweißt wurden.
Es sollte jedoch selbstverständlich sein, daß die vorliegende
Erfindung nicht auf die speziellen Ausführungsbeispiele, wo-
bei YAG-Laser zum Einsatz kommen, beschränkt ist, d.h., im
35 Fall, da Laser mit einer Wellenlänge verwendet werden, die
die Beziehung des in der vorliegenden Erfindung veranschaulich-
ten Laserreflexionsgrades (0,8 - 1,5 μ m) erfüllen, können

- 1 dieselben Effekte wie im Fall der Verwendung von YAG-Lasern erlangt werden.

Industrielle Anwendbarkeit

- 5 Wie oben geschildert wurde, kann gemäß dem Verfahren zum Laserschweißen von unterschiedlichen Arten von Metallen der vorliegenden Erfindung ein ausgezeichneter Verbindungszustand mit Sicherheit erlangt werden, weshalb dieses in der Zuverlässigkeit dem herkömmlichen manuellen Verbindungsverfahren, bei
10 welchem Lot verwendet wird, überlegen ist. Ferner kann gemäß dem Schweißverfahren der Erfindung, wenn ein Anschlußteil an einer integrierten Schaltungsplatte, die für elektrische Geräte verwendet wird, durch einen Leiter mit einem in einem Gehäuse eingebauten Anschlußteil, in welchem eine integrierte
15 Schaltungsplatte angeordnet ist, verbunden wird, der Verbindungsvorgang automatisiert werden, so daß das Verfahren der Erfindung sehr effektiv ist, wenn unterschiedliche Arten von Metallen geschweißt werden.

20

25

30

35

1 Deutschsprachige Übersetzung der Patentansprüche
des europäischen Patents Nr. 0 491 959
der europäischen Patentanmeldung Nr. 91 911 733.3

5

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Schweißen von Metallen unterschiedlicher
Arten mittels Laser, wobei mindestens zwei Arten von Me-
tallteilen (1, 3) mit wechselseitig verschiedenen Laserre-
flexionsgraden aufeinandergelegt und durch Bestrahlen mit
Lasern in der Überlagerungsrichtung auf die Fläche der ge-
nannten Metallteile (1, 3) geschweißt werden, das die fol-
genden Schritte umfaßt: Auflegen des ersten Metallteils
(1) auf das zweite Metallteil (3), wobei das erste Metall-
teil die ersten (11) sowie zweiten (12) Flächen enthält,
die einander entgegengesetzt sind, das besagte erste Metall-
teil (1) einen ersten Laserreflexionsgrad hat, das besagte
zweite Metallteil (3) einen zweiten Laserreflexionsgrad hat,
der niedriger als der erwähnte erste Laserreflexionsgrad
ist, das besagte zweite Metallteil (3) auf die erwähnte
zweite Fläche (12) des besagten ersten Metallteils (1) unter
Zwischenfügung einer zweiten Metallschicht (4) zwischen das
besagte zweite Metallteil (3) sowie das besagte erste Metall-
teil (1) aufgelegt wird und der Schmelzpunkt der genannten
zweiten Metallschicht (4) höher ist als derjenige des be-
sagten zweiten Metallteils (3), das Verfahren ist dadurch
gekennzeichnet, daß eine erste Metallschicht (2) die einen
Laserreflexionsgrad hat, der niedriger als der erwähnte
erste Laserreflexionsgrad ist, an der erwähnten ersten Flä-
che (11) des besagten ersten Metallteils (1) vorgesehen
ist, daß der Laserreflexionsgrad der genannten zweiten Me-
tallschicht (4) annähernd gleich demjenigen des besagten
zweiten Metallteils (3) ist und daß Laser von der Seite der
genannten ersten Metallschicht (2) aus, die an der erwähn-
ten ersten Fläche (11) des besagten ersten Metallteils
(1) vorgesehen ist, zum Einstrahlen gebracht werden.

- 1 2. Ein Verfahren zum Schweißen von Metallen unterschiedlicher
Arten mittels Laser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß das besagte erste Metallteil (1) aus Kupfer hergestellt
ist, daß die genannte erste, an der erwähnten ersten Fläche
5 (11) des besagten ersten Metallteils (1) vorgesehene Metall-
schicht (2) aus Zinn gefertigt ist, daß das besagte zweite
Metallteil (3) aus Messing gefertigt ist und daß die ge-
nannte zweite Metallschicht (4), deren Schmelzpunkt höher
ist als derjenige des besagten zweiten Metallteils (3), aus
10 einer Phosphor-Nickel-Legierung hergestellt ist.
3. Ein Verfahren zum Schweißen von Metallen unterschiedlicher
Arten mittels Laser, wobei mindestens zwei unterschiedliche
Arten von Metallteilen (1, 3) aufeinandergelegt und geschweißt
15 werden, sobald die genannten Metallteile (1, 3) mit in der
zur Fläche der genannten Metallteile (1, 3) lotrechten Rich-
tung ausgesandten Laserstrahlen bestrahlt werden, das um-
faßt: einen Schritt des Aufbringens des ersten Metallteils
(1) auf das zweite Metallteil (3), wobei das besagte erste
20 Metallteil (1) die erste Fläche (11) sowie die zweite Fläche
(12) enthält, die einander entgegengesetzt sind, das besag-
te erste Metallteil (1) einen ersten Laserreflexionsgrad
hat, das besagte zweite Metallteil (3) einen zweiten Laser-
reflexionsgrad hat, der niedriger ist als der erwähnte erste
25 Laserreflexionsgrad, das besagte zweite Metallteil (3) auf
die erwähnte zweite Fläche (12) des besagten ersten Metall-
teils (1) unter Zwischenfügung einer zweiten Metallschicht
(4) zwischen das besagte zweite Metallteil (3) sowie das
besagte erste Metallteil (1) aufgelegt wird und der Laser-
30 reflexionsgrad der genannten zweiten Metallschicht (4) zwi-
schen dem Laserreflexionsgrad des besagten ersten Metall-
teils (1) sowie demjenigen des besagten zweiten Metall-
teils (3) liegt; das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet,
daß eine erste Metallschicht (2) die einen Laserreflexions-
35 grad hat, der niedriger als der erwähnte erste Laserrefle-
xionsgrad ist, an der erwähnten ersten Fläche (11) des be-
sagten ersten Metallteils (1) vorgesehen ist, wobei der

- 1 absolute Wert der Differenz zwischen dem Laserreflexions-
grad des ersten Metallteils (1) und demjenigen der ersten
Metallschicht (2) größer als der absolute Wert der Diffe-
renz zwischen dem Laserreflexionsgrad des zweiten Metall-
5 teils (3) sowie demjenigen der zweiten Metallschicht (4)
festgesetzt ist und Laser von der Seite der genannten ersten
Metallschicht (2) aus, die auf der erwähnten ersten Fläche
(11) des besagten ersten Metallteils (1) vorgesehen ist,
zum Einstrahlen gebracht werden.
- 10
4. Ein Verfahren zum Schweißen von Metallen unterschiedlicher
Arten mittels Laser nach Anspruch 3, dadurch gekennzeich-
net, daß der absolute Wert der Differenz zwischen dem La-
serreflexionsgrad des besagten ersten Metallteils (1) sowie
15 demjenigen des besagten zweiten Metallteils (3) größer ist
als der absolute Wert der Differenz zwischen dem Laserre-
flexionsgrad des besagten zweiten Metallteils (3) sowie
demjenigen der zweiten Metallschicht (4), die zwischen dem
besagten ersten (1) und dem besagten zweiten (3) Metall-
20 teil angeordnet ist.
5. Ein Verfahren zum Schweißen von Metallen unterschiedlicher
Arten mittels Laser nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
daß die genannte zweite Schicht (4), deren Laserreflexions-
grad zwischen dem Laserreflexionsgrad des besagten ersten
25 Metallteils (1) und demjenigen des besagten zweiten Metall-
teils (3) liegt, einen Schmelzpunkt hat, der niedriger ist
als derjenige des besagten zweiten Metallteils (3).
- 30
6. Ein Verfahren zum Schweißen von Metallen unterschiedlicher
Arten mittels Laser nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
daß das besagte erste Metallteil (1) aus Kupfer gefertigt ist,
daß die genannte erste, an der erwähnten ersten Fläche (11)
des besagten ersten Metallteils (1) vorgesehene Metall-
35 schicht (2) aus Zinn hergestellt ist, daß das besagte

- 1 zweite Metallteil (3) aus Eisen oder einer Eisenlegierung
hergestellt ist und daß die genannte zweite Metallschicht
(4), deren Laserreflexionsgrad zwischen dem Laserreflexions-
grad des besagten ersten Metallteils (1) sowie demjenigen
5 des besagten zweiten Metallteils (3) liegt, aus Nickel oder
einer Nickel-Eisen-Legierung gefertigt ist.

10

15

20

25

30

35

1/8

FIG. 1

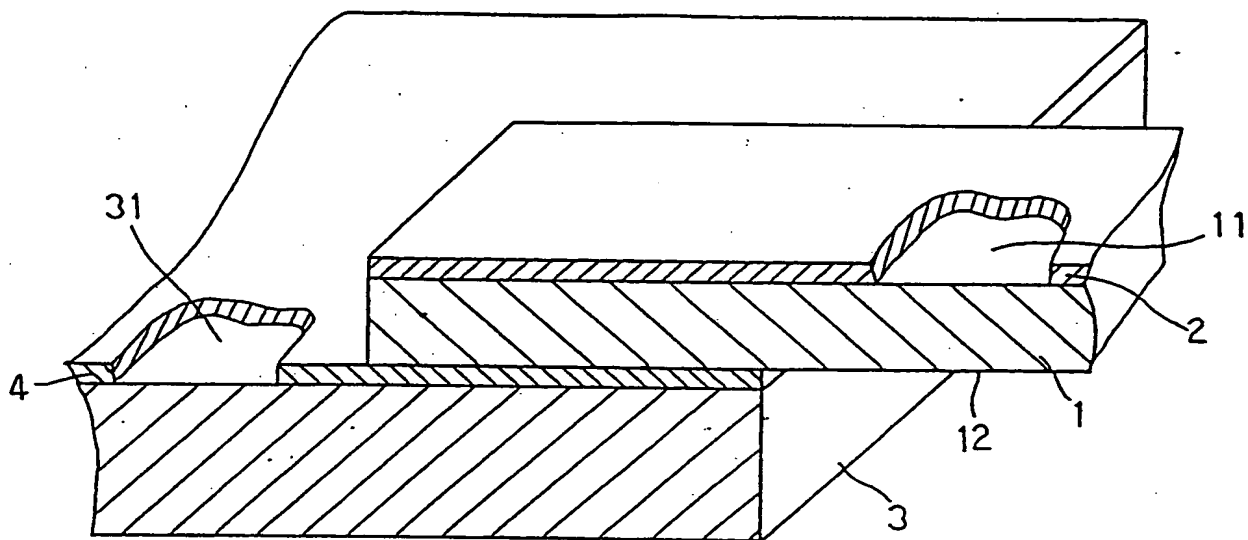


FIG. 2

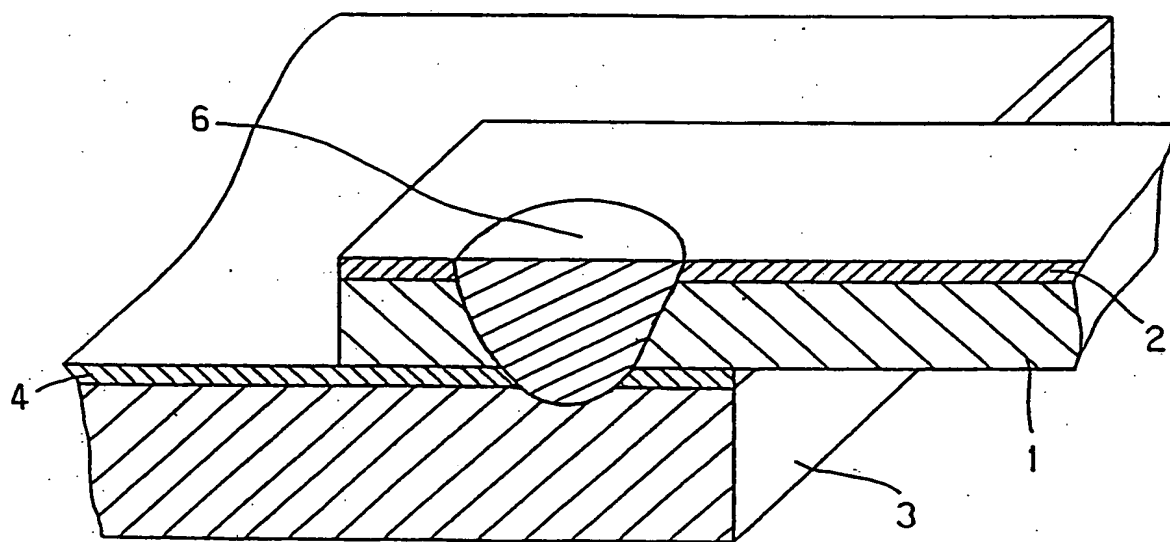


FIG. 3 (a)

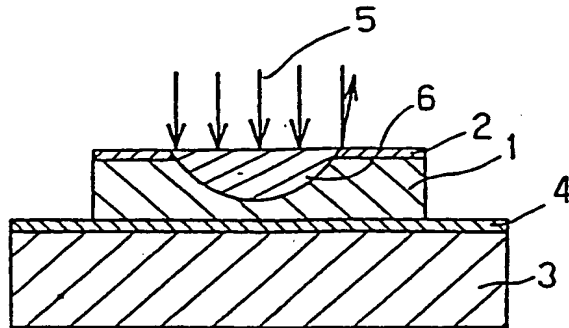


FIG. 3(b)

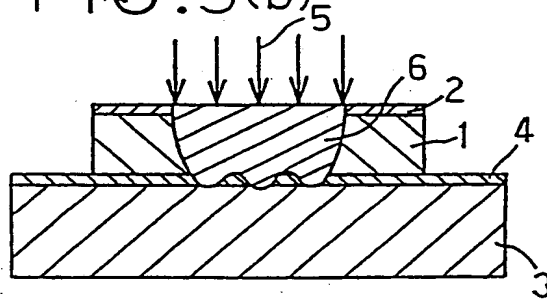


FIG. 3(c)

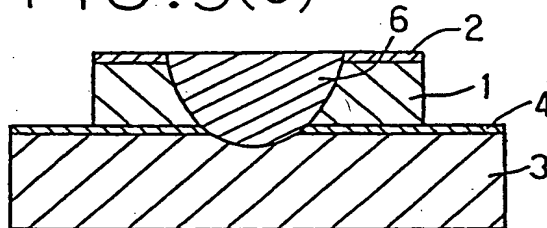


FIG. 4

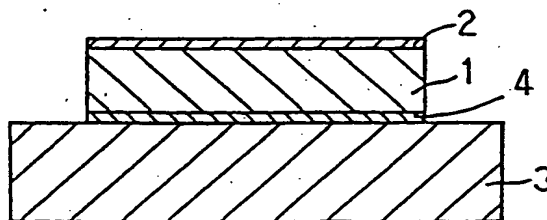
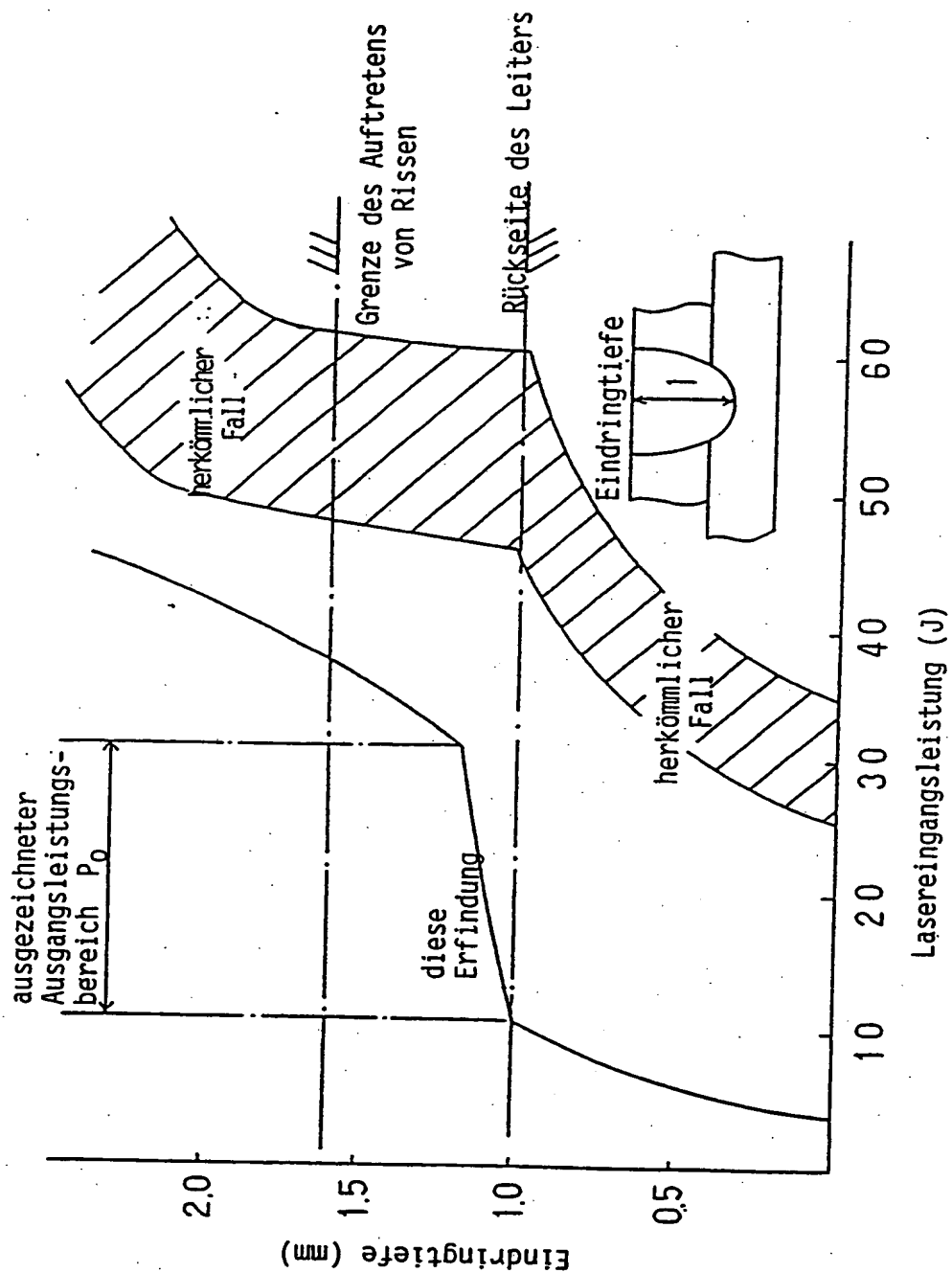


FIG. 5



4/8

FIG. 6(a)

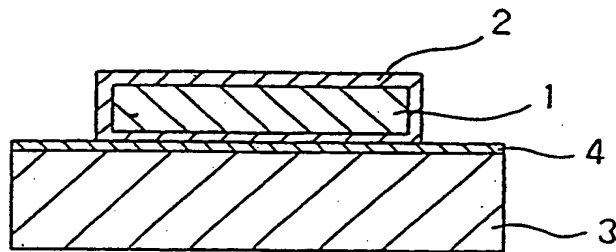


FIG. 6(b)

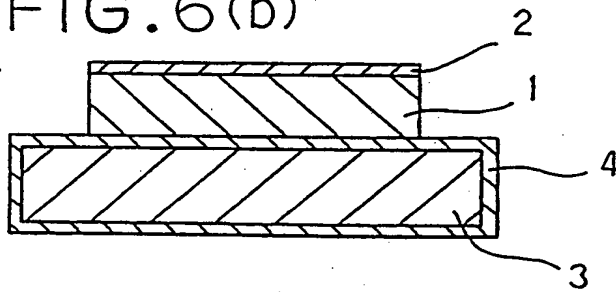


FIG. 6(c)

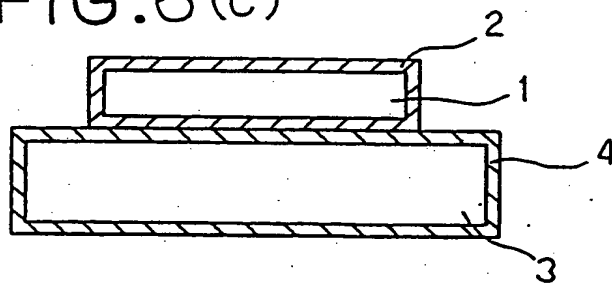


FIG. 7(a)

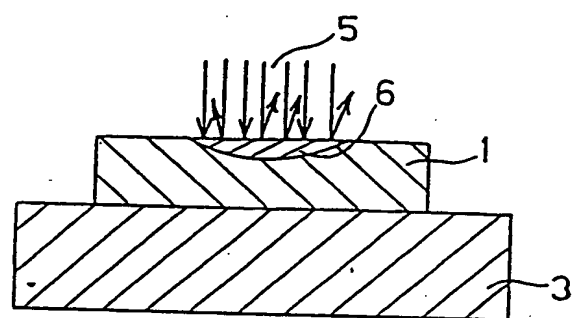


FIG. 7(b)

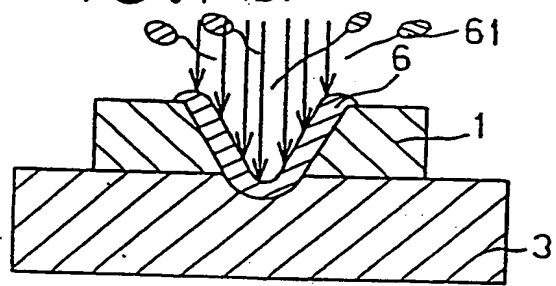


FIG. 7(c)

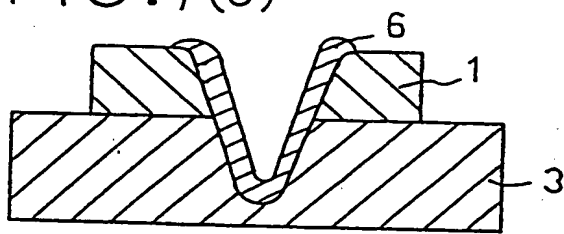
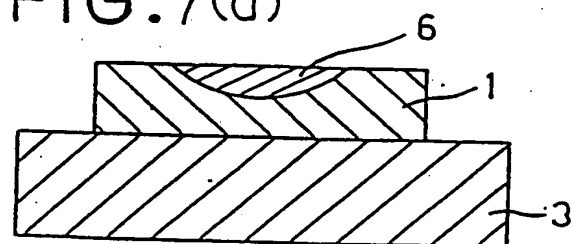


FIG. 7(d)



6/8

FIG. 8

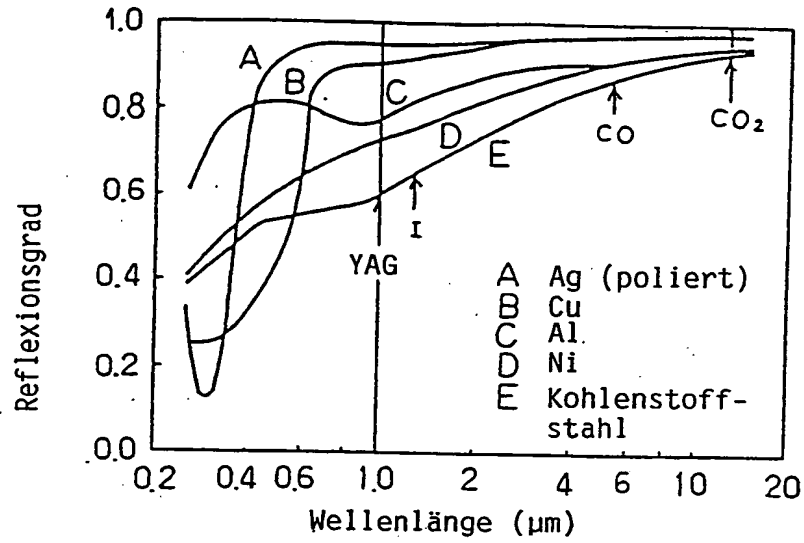
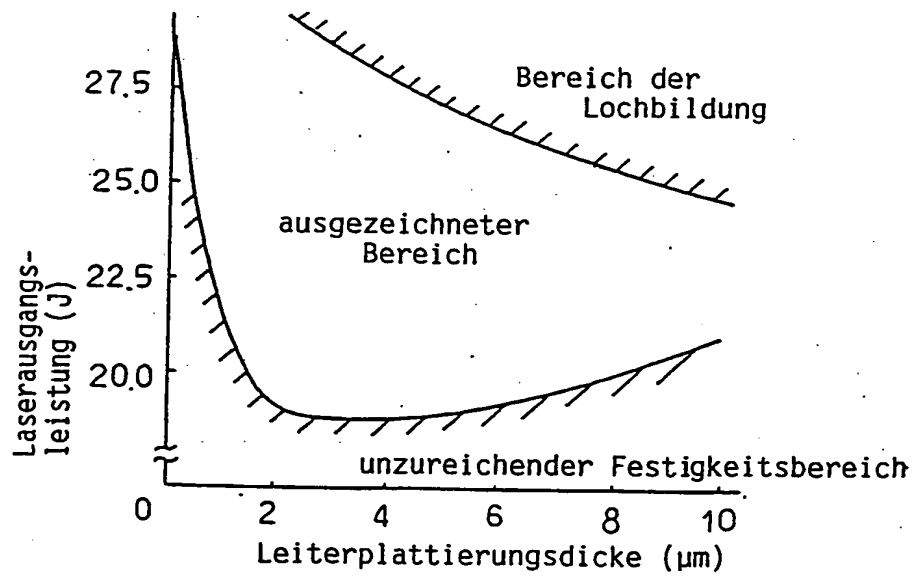


FIG. 9



7/8

FIG.10

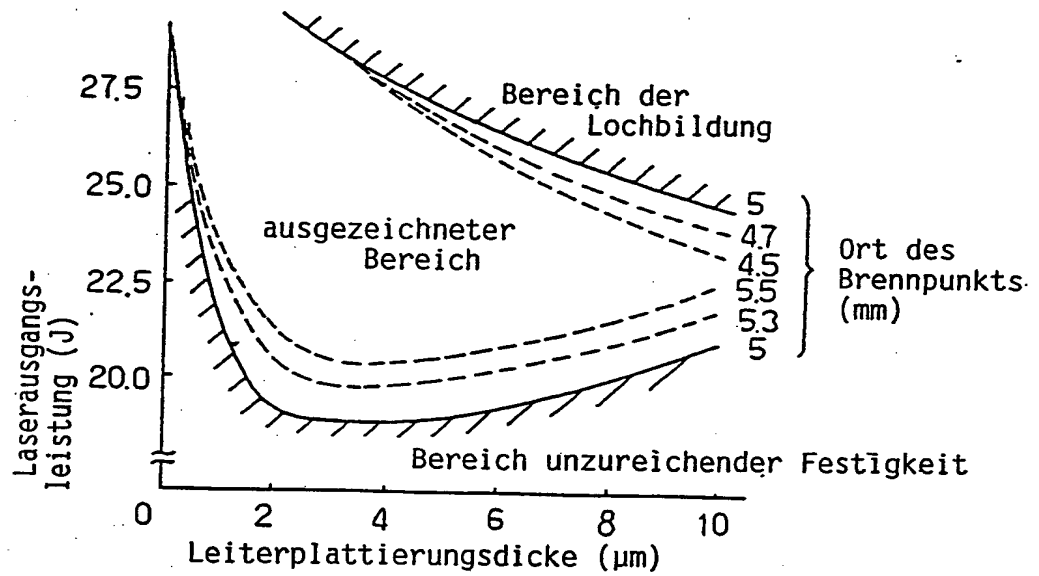
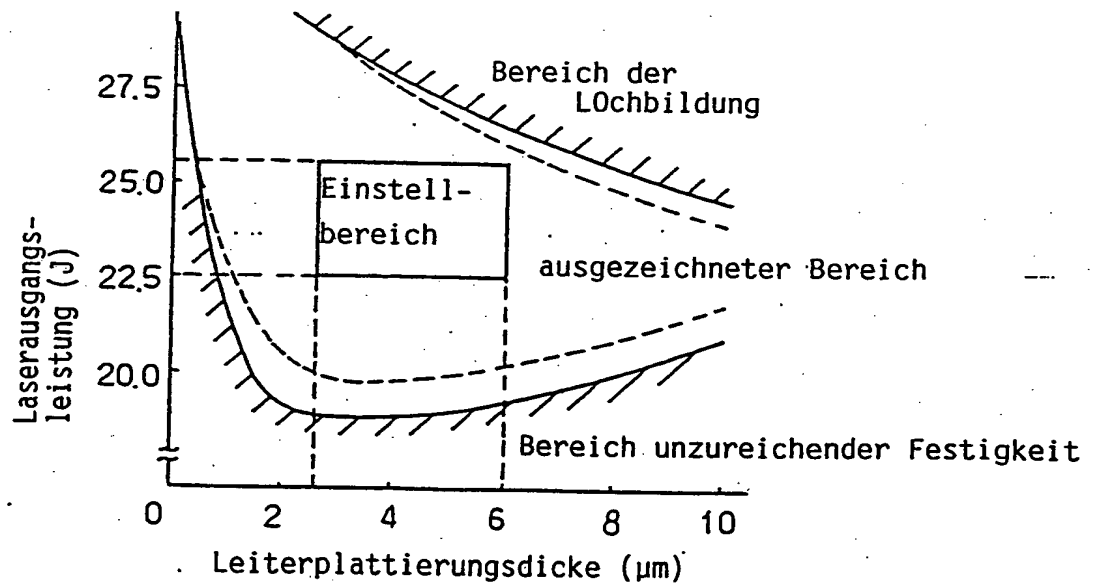


FIG.11



1/8

FIG.12

Metall	Laserreflexions- grad (%)	Laserabsorptions- grad (%)	Schmelz- punkt (°C)
Kupfer	86	14	1083
Eisen	65	35	1539
Messing	70	30	920
Zinn	62	38	232
Nickel	70	30	1453
Phosphor- Nickel	70	30	1000